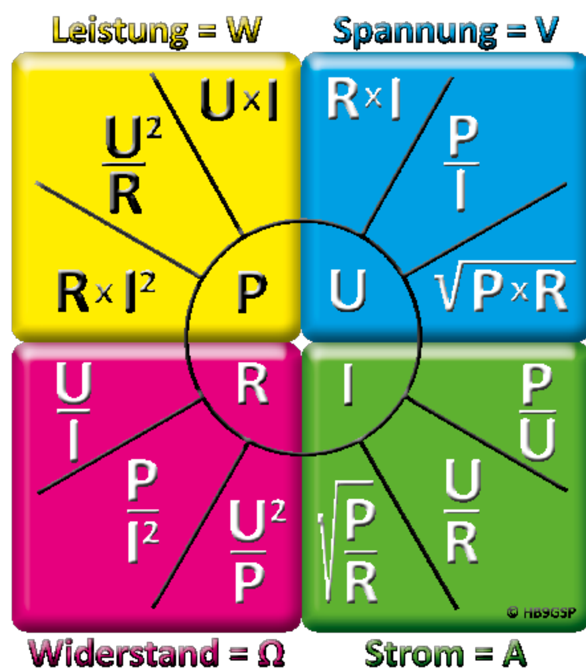
Formelsammlung
HB9GSP
für eine erfolgreiche
HB9-Prüfung

mit separaten HB3-Formeln



www.hb9gsp.ch

Haftungsausschluss

Diese Formelsammlung wurde durch HB9GSP Josua Studer Allschwil erstellt, mit Adobe Indesign, ohne Gewähr auf Richtigkeit und Vollständigkeit. Wer Fehler findet, kann sie behalten. Ergänzungswünsche dürfen an hb9gsp@uska.ch gesendet werden.

Anwendung der Formelsammlung

Die Anwendung der Formelsammlung ist folgendermassen angedacht: Suchbegriff der Frage im reichhaltigen Inhaltsverzeichnis suchen und auf der angegebenen Seite die entsprechende Formel anhand bekannter Werte auswählen. Fehlt eine Angabe, so ist diese zuerst auszurechnen und es ist wieder im Inhaltsverzeichnis nach dem Begriff zu suchen und auf der angegebenen Seite die entsprechende Formel zu verwenden. Als Taschenrechner empfiehlt es sich, einen mehrzeiligen Grafikrechner zu verwenden wie Casio 991 oder Texas Instrument TI-30X Pro. Diese Rechner erhält man portofrei bei www.taschenrechner.ch. Entsprechende Manuals befinden sich auf meiner Website **www.hb9gsp.ch.**

Für eine erfolgreiche Funkamateurprüfung CEPT beim BAKOM genügen derzeit diese Formeln. Für eine HB3-Prüfung genügen die Formeln auf den Seiten 14+15.

Aktualität

Stand dieser Formelsammlung ist August 2021.

Infos im Web

Unter **www.hb9gsp.ch** ist diese Formelsammlung als PDF-Datei zu finden. Weiter sind von HB9GSP erstellte Lösungswege zu den BAKOM-Fragen und diverse Tipps und Links aufgeschaltet.

Schulungsempfehlung

Der **Amateurfunkclub Basel** (FACB) bietet in der Regel jährlich eine Schulung ab August an. Die Dauer ist 3-4 Monate und findet ca. 14tägig an einem Samstag statt. Weitere Infos unter **www.amateurfunkkurs.ch**.

Man kann sich zwar das Wissen für eine HB9er-Prüfung selber aneignen und mit dem **HAM-Radio-Trainer** lernen, für ein fundiertes Wissen und Verständnis für die Zusammenhänge ist der Besuch einer Schulung unumgänglich.

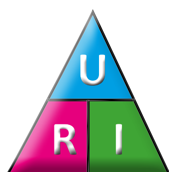
Jetzt wünsche ich viel Spass und Erfolg beim Lernen.

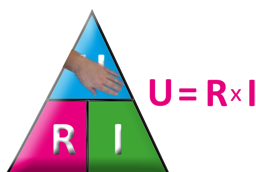
vy 73 de Josua HB9GSP

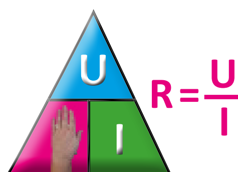
Josua M. Studer

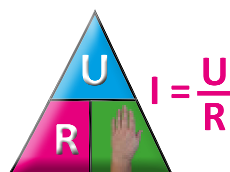
Inhaltsverzeichnis

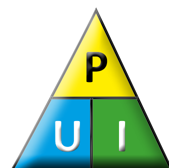
Formel-Quadrat / Ohmsches Gesetz
Ohmsches Gesetz / Formel-Quadrat
URI-Formel / PUI-Formel

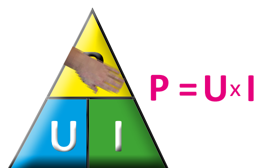


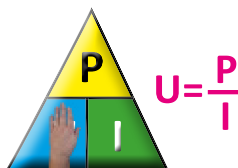


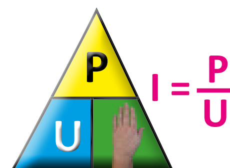


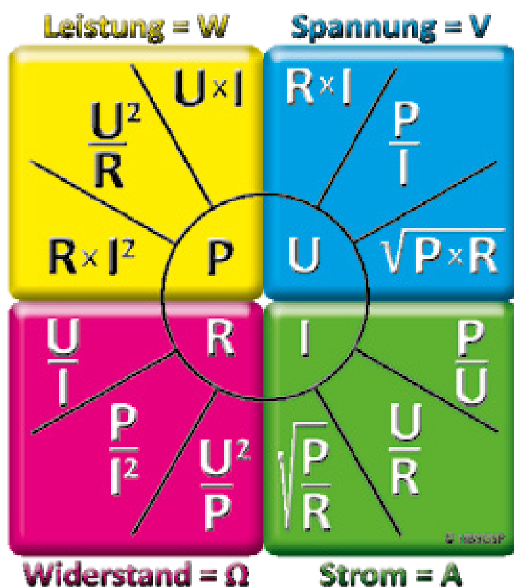












A = Ampère
V = Volt
W = Watt
Ω = Ohm
Hz = Hertz
m = Meter
F = Farad (C)
H = Henry (L)

T	Tera	/ Billion	10^{12}	1'000'000'000'000	T	Tera
G	Giga	/ Milliarde	10^{9}	1'000'000'000	G	Giga
M	Mega	/ Million	10^{6}	1'000'000	M	Mega
K	Kilo	/ Tausend	10^{3}	1'000	K	Kilo
			10^{0}	1		
m	Milli	/ Tausendstel	10^{-3}	0.001	m	Milli
µ	Micro	/ Millionstel	10^{-6}	0.000'001	µ	Micro
n	Nano	/ Milliardstel	10^{-9}	0.000'000'001	n	Nano
p	Pico	/ Billionstel	10^{-12}	0.000'000'000'001	p	Pico

Abkürzungen/Bezeichnungen
Bezeichnungen/Abkürzungen

Δ = Veränderbare Grösse
A = Querschnittfläche, Quadratmillimeter (mm2)
b = Bandbreite, Hertz (Hz)
C = Kondensator, Farad (F)
d = Durchmesser, Millimeter (mm)
E = Elektrische Feldstärke, Volt/Meter (V/m)
f = Frequenz, Hertz (Hz)
F = Faktor
f_e = Eingangsfrequenzfrequenz, Hertz (Hz)
f_g = Grenzfrequenz (-3dB Punkt), Hertz (Hz)
f_{osc} = Oszilatorfrequenz (Überlagerungsfrequenz), Hertz (Hz)
f_{res} = Resonanzfrequenz, Hertz (Hz)
f_{sp} = Spiegelfrequenzfrequenz, Hertz (Hz)
f_z = Zwischenfrequenz, Hertz (Hz)
I = Strom, Ampère (A)
L = Spule, Henry (H)
l = Umfang oder Länge, Meter/Millimeter (m/mm)
ƛ = Lamda = Wellenlänge
P = Leistung, Watt (W)
P_{in} = Eingangsleistung, Watt (W)
P_{out} = Ausgangsleistung, Watt (W)
Q = Güte
R = Widerstand, Ohm (Ω)
r = Radius, Millimeter (mm)
U = Spannung, Volt (V)
U_{eff} = Effektivspannung, Volt (V)
U_{in} = Eingangsspannung, Volt (V)
U_{out} = Ausgangsspannung, Volt (V)
U_s = Spitzenspannung, Volt (V)
U_{ss} = Spitzen-Spitzenspannung, Volt (V)
V = Verlust
v = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, Meter/Sekunden (m/s)
X_C = Kapazitiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
Z = Impedanz, Ohm (Ω)
β = Verstärkungsfaktor
π = Pi = 3.141592654
τ = Tau = Zeit in Sek. beim Laden/Entladen von Kondensatoren,
ω = Kreisfrequenz (klein Omega) = (2π * Frequenz)

HB3 - Spannung an Widerstand

Welche Spannung darf maximal an einen Widerstand von ?Ω, ?W angelegt werden?

$$U = \sqrt{P * R}$$

R = Widerstand (Impedanz), Ohm (Ω)
U = Spannung, Volt (V)
P = Leistung, Watt (W)

HB3 - Vorwiderstand Dimension

Wie gross muss der Vorwiderstand dimensioniert werden?

$$U_{RV} = U - U_L \rightarrow I = \frac{P_L}{U_L} \rightarrow R_V = \frac{U_{RV}}{I}$$

U_{RV} = Spannung Vorwiderstand, Volt (V)
U = Spannung Funkgerät,Volt (V)
I = Strom, Volt (V)
U_L = Spannung Lampe Volt (V)
P_L = Leistung Lampe, Watt (W)

HB3 - Leistung am Empfänger

$$P = \frac{U^2}{R}$$

P = Leistung, Watt (W)
U = Spannung, Volt (V)
R = Widerstand (Impedanz), Ohm (Ω)

HB3 - Frequenz berechnen

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

f = Frequenz, Hertz (Hz)
c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, Meter/Sekunde (m/s)
Im Vakuum ist v = Lichtgeschwindigkeit = $3 * 10^8$ m/s
λ = Wellenlänge, Meter (m)

HB3 - Wellenlänge berechnen

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

f = Frequenz, Hertz (Hz)
c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, Meter/Sekunde (m/s)
Im Vakuum ist v = Lichtgeschwindigkeit = $3 * 10^8$ m/s
λ = Wellenlänge, Meter (m)

HB3 - Spitzen-Spannung / Peak-Spannung
HB3 - Peak-Spannung / Spitzen-Spannung

$$U_s = U_{eff} * \sqrt{2}$$

U_s = Spitzen-/Peak Spannung, Volt (V)
U_{eff} = Effektivspannung, Volt (V)

HB3 - Gesamtinduktivität Spulen ohne gegenseitige Beeinflussung

$$X_L = L_1 + L_2 + \dots$$

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
L = Induktivität, Henry (H)

HB3 - Frequenztoleranz

$$f_{tol} = f * \pm ?$$

f = Frequenz, Hertz (Hz)
f_{tol} = Frequenz, Hertz (Hz)

HB3 - Antennenfusspunkt Leistung

$$V = \text{dB auf gesamte Länge} * \left(\frac{\text{Effektive Länge Antennen-Kabel}}{\text{gesamte Länge Ant-Kabel}}\right) = \text{dB}$$

$$\text{Faktor} = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)}$$

*Grafik-Rechner wie Formel, sonst Eingabe dB : 10 = * 10^x*

$$P_{out} = \frac{P_{in}}{F}$$

dB = Verstärkung/Dämpfung, Dezibel (dB)
V = dB auf bestimmte Länge eines Antennenkabels
F = Faktor
P_{in} = Sendeleistung Funkgerät, Watt (W)
P_{out} = Sender-Ausgangsleistung am Antennfusspunkt, Watt (W)

HB3 - PEP-Wattmeter Leistungsanzeige

$$PEP = P_{T\,max} * (1 + 1)^2$$

$P_{T\,max}$ = maximale Trägerleistung Watt (W)
P_{PEP} = Hüllkurvenspitzenleistung (Peak envelope Power), Watt (W)

HB3 - Windungszahl Sekundärwicklung

$$N_2 = \frac{N_1 * U_2}{U_1}$$

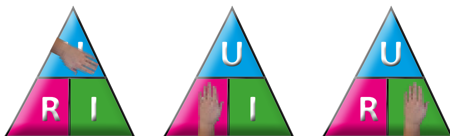
N_1 = Windungszahl primär
N_2 = Windungszahl sekundär
U_1 = Primärspannung, Volt (V)
U_2 = Sekundärspannung, Volt (V)
ü **= Übersetzungsverhältnis**
Z_1 = Widerstand, primär, Ohm (Ω)
Z_2 = Widerstand, sekundär, Ohm (Ω)

HB3 - Windungszahlverhältnis Übertrager

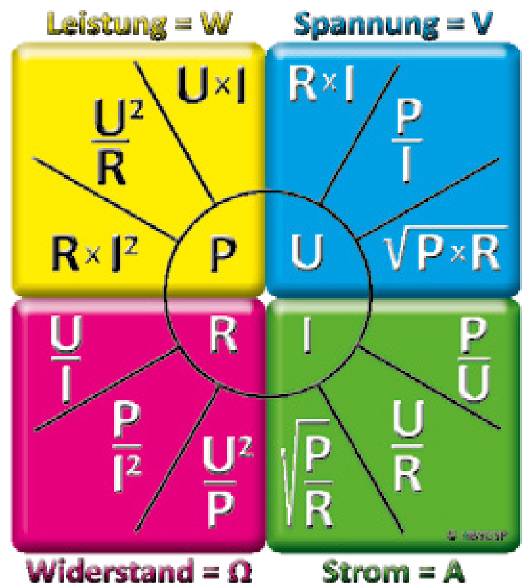
$$ü = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

HB3 - Spannung Sekundär

$$U_2 = \frac{N_2 * U_1}{N_1}$$



$$U = R \times I \qquad R = \frac{U}{I} \qquad I = \frac{U}{R}$$



HB3-Formeln HB3-Formeln

Antennen

Wellenlänge/Frequenz/Lamda Antenne
Frequenz/Wellenlänge/Lamda Antenne
Lamda/Wellenlänge/Frequenz Antenne

$$\lambda = \frac{c}{f} \qquad f = \frac{c}{\lambda}$$

λ = Wellenlänge, Meter (m)
1 = 1 Wellenlänge
t = Zeit einer Wellenlänge
f = Frequenz, Hertz (Hz)
c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, Meter/Sekunde (m/s)
Im Vakuum ist v = Lichtgeschwindigkeit = $3 * 10^8$ m/s

Verkürzungsfaktor bei Dipol-Antenne
Dipol-Antennen, Verkürzungsfaktor Antennenverkürzungsfaktor

$$\lambda = \frac{C}{f} \rightarrow l = \frac{\lambda}{4} \rightarrow l_A = l * F_{Verk}$$

Yagi-Antenne aufstocken

dB = Verstärkung, Dezibel (dB)

dB Gewinn beim Aufstocken von Yagi-Antennen

Jede Versoppelung ergibt zusätzlich 3dB Gewinn

1+1=2 Yagi (+3dB) 2+2=4 Yagi (3dB+3dB=6dB) 4+4=8 (9dB) etc.

Antennen Stub Saugkreis Notch
Saugkreis
Stub
Notch

$$\lambda = \frac{C}{f} \rightarrow l = \frac{\lambda}{4} \rightarrow l_A = l * F_{Verk}$$

λ = Wellenlänge, Lambda
C = Lichtgeschwindigkeit ($3 * 10^8$)
f = Frequenz
l = Länge
l_A = Länge Antenne
F_{Verk} = Verkürzungsfaktor

Antennenfusspunkt Leistung Kabeldämpfung Koaxialkabel
Antennenkabel Kabeldämpfung im Antennenkabel

$$V = \text{dB auf gesamte Länge} * \left(\frac{\text{Effektive Länge Antennen-Kabel}}{\text{gesamte Länge Ant-Kabel}} \right) = \text{dB}$$

$$\text{Faktor} = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)}$$

$$P_{out} = \frac{P_{in}}{F}$$

dB = Verstärkung/Dämpfung, Dezibel (dB)
V = dB auf bestimmte Länge eines Antennenkabels
F = Faktor
P_{in} = Sendeleistung Funkgerät, Watt (W)
P_{out} = Sender-Ausgangsleistung am Antennfusspunkt, Watt (W)

Antennen

Stehwellen-Verhältnis (SWR / VSWR)
Antenne VSWR/SWR
SWR
VSWR

$$SWR = \frac{\sqrt{P_F} + \sqrt{P_R}}{\sqrt{P_F} - \sqrt{P_R}}$$

SWR = Stehwellen-Verhältnis
P_F = Ausgangsleistung des Senders, Watt (W)
P_R = Reflektierende Leistung, Watt (W)

Impedanz mit Kunstlast am Antennenkabel
Kunstlast Impedanz am Antennenkabel

$$R = \frac{U^2}{P}$$

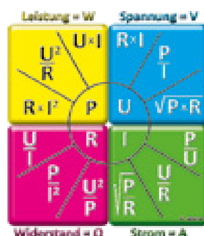
Spannung an Kunstlast
Kunstlast Spannung

$$U = \sqrt{R * P}$$

R = Widerstand (Impedanz), Ohm (Ω)
U = Spannung, Volt (V)
P = Leistung, Watt (W)
I = Strom, Ampère (A)

Strom an Kunstlast
Kunstlast Strom

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$



Impedanz Antennenkabel mit Antennenfusspunkt
Antennenfusspunkt Impedanz Antennenkabel

$$Z = \sqrt{Z_E * Z_A}$$

Z = Wellenwiderstand (Impedanz), Ohm (Ω)
Z_E = Eingang-Impedanz, Ohm (Ω)
Z_A = Ausgangs-Impedanz, Ohm (Ω)

Feldstärke und Distanz
Distanz und Feldstärke

E = Feldstärke am Messpunkt, Volt/Meter (V/m)
P = Abgestrahlte Leistung ERP, Watt (W)
d = Distanz zwischen Antenne und Messpunkt, Meter (m)
U = Spannung (V)

$$E = 7 * \sqrt{\frac{P}{d^2}} \qquad d = \frac{\sqrt{P} * 7}{E} \qquad E = \frac{U}{d}$$

Distanz und Spannung
Spannung und Distanz   Antennenanpassung

$$P^2 = U * \frac{D_1}{D_2} \qquad E = \frac{U}{d}$$

Dezibel

Rechnereingabe
einfacher Rechner von hinten nach vorne rechnen, Grafikrechner wie Formel

Leistungsverhältnis in dB umrechnen
dB umrechnen Leistungsverhältnis

$dB = 10LOG\ Faktor$ oder $dB = 10LOG\left(\frac{P_{out}}{P_{in}}\right)$

Spannungsverhältnis in dB umrechnen
dB umrechnen Spannungsverhältnis

$dB = 20LOG\ Faktor$ oder $dB = 20LOG\left(\frac{U_{out}}{U_{in}}\right)$

dB in Leistungsverhältnis umrechnen
Leistungsverhältnis dB umrechnen

$Faktor = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)}$

dB in Spannungsverhältnis umrechnen
Spannungsverhältnis dB umrechnen

$Faktor = 10^{\left(\frac{dB}{20}\right)}$

dBm (dB Milliwatt) dBm in Leistung Leistung in dBm

$P = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)} * 1mW$ *Achtung! Leistung in mW/1mW*

$dBm = 10LOG\left(\frac{Leistung}{1mW}\right)$, also auf 1 Milli-Watt bezogen

$dBW = 10LOG\left(\frac{Leistung}{1W}\right)$, also auf 1 Watt bezogen

Intermodulationsprodukt Leistung Intermodulationsprodukt

$Faktor = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)}$

$P_2 = \frac{P_1}{F}$ *$dBm = 10LOG\left(\frac{P_2}{P_0}\right)$*

Sendeleistung reduzieren per Faktor SWR Stufen in Dezibel

S-Stufen Differenz * dB pro Stufe danach $Faktor = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)}$

dB = Verstärkung/Dämpfung, dezibel (dB)
dBm = Leistung, dezibel-Milliwatt, (mW)
Faktor = Leistungsverstärkung oder Dämpfung
P = Leistung, Milliwatt (mW)
P_1 = Ausgangsleistung, Milliwatt (mW)
P_2 = Intermodulationsleistung, Milliwatt (mW)
P_0 = 1 Milliwatt (mW)
LOG = Logarhytmus (Taste auf Rechner)

Dioden

Dioden
Verlustleistungen bei Siliziumdioden
Siliziumdioden Verlustleistungen

an Siliziumdioden

$$U_R = U_{in} - U_F$$

$$I = \frac{U_R}{R_1}$$

$$P_V = U_R * I$$

$$P_V = U_f * I$$

in Siliziumdioden

$$U_R = R * I_R$$

$$U_D = U - U_R$$

$$P_V = U_D * I_R$$

Strom

$$U_R = U_{in} - U_F$$

$$I = \frac{U_R}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{1}{2}$$ bei parallel Diode

Vorwiderstand Leuchtdioden
Leuchtdioden Vorwiderstand

$$U_R = U_{in} - U_F$$

$$R = \frac{U}{I}$$

Spannungsfestigkeit Dioden
Dioden Spannungsfestigkeit

$$U = U_{in} * \sqrt{2}$$

Siliziumtransistor $U_{SI} = 0.7V$
Transistor Silizium

$$U_{out} = U_Z - U_{Si}$$

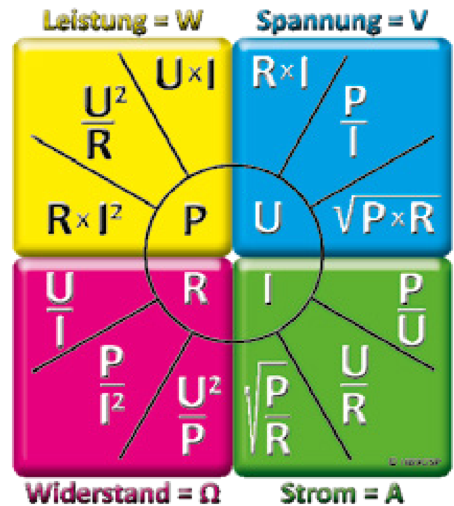
Zenerdiode

$$U_{R1} = U_{in} - U_{out}$$

$$I = \frac{U_{R1}}{R_1}$$

$$I_{R2} = \frac{U_{out}}{R_2}$$

$$I_Z = I - I_{R2}$$



I = Strom, Ampère (A)
P = Leistung, Watt (W)
U_{RV} = Spannung Vorwiderstand, Volt (V)
U_{RL} = Spannung Widerstand Leuchtdiode, Volt (V)
U_{Si} = Spannung Siliziumdiode, Volt (V)
U_D = Spannung Diode, Volt (V)
U_Z = Spannung Zenerdiode, Volt (V)
P_V = Leistungsverlust, Watt (W)
P_R = Reflektierende Leistung, Watt (W)

Diverses

Speisegerät   Speisekabel   Spannung am Gerät

$$R = \frac{\rho * l}{A} \qquad U_{Kabel} = I * R \qquad U_{out} = U - U_{Kabel} \qquad A = r^2 * \pi \qquad r = \frac{d}{2}$$

ρ = Spezifischer Widerstand des Materials, Ohm * mm^2 / m
l = Länge, Meter (m)
A = Querschnittsfläche, Quadratmillimeter (mm^2) $\frac{\Omega * mm^2}{m}$
r = Radius
d = Durchmesser

Spannungsteiler
Widerstand Spannungsteiler

$$U_{R1} = \frac{U_2 * R_1}{R_2} \qquad U_{R2} = \frac{U_1 * R_2}{R_1} \qquad U_{R1} = \frac{U_{gesamt} * R_1}{R_{gesamt}} \qquad U_{R2} = \frac{U_{gesamt} * R_2}{R_{gesamt}}$$

Kreisfrequenz

$$\omega = 2\,\pi * f$$

ω = Kreisfrequenz klein Omega (2π * Frequenz)
f = Frequenz, Hertz (Hz)

Shape-Faktor

$$\text{Shape-Faktor} = \frac{b_{-60dB}}{b_{-6dB}}$$

b_{-60dB} = Bandbreite bei -60dB Dämpfung, Hertz (Hz)
b_{-6dB} = Bandbreite bei -6dB Dämpfung, Hertz (Hz)

Knotenpunkt

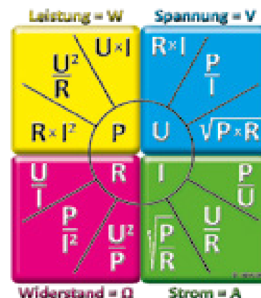
Summe der heraus fliessenden Ströme - Summe der hinein fliessenden Ströme.

Klemmenspannung

$$U = R * I$$

U_Q und R_i

$$U_q = U_k \qquad R_i = \frac{U}{I}$$



Frequenzen

Bandbreite

$b = f_{max} - f_{min}$

f = Frequenz, Hertz (Hz)
f_{tol} = Frequenz, Hertz (Hz)
f_{OSC} = Freq. Überlagerungsoszillator, Hertz (Hz)
f_e = Eingangsfrequenz, Hertz (Hz)
f_Z = Zwischenfrequenz, Hertz (Hz)
f_{SP} = Zwischenfrequenz, Hertz (Hz)

Frequenztoleranz
Eichmarkengeber

$f_{tol} = f * \pm ?$

3. Ordnung Frequenz
Dritte Ordnung Frequenz

$2 * f_1 - f_2$ und $2 * f_2 - f_1$

Überlagerungsoszillator 1. Frequenz
Frequenz 1. Überlagerungsoszillator

$f_{OSC} = f_e + f_z$

Rauschabstand / Signal am Empfängerausgang
Signal / Rauschabstand am Empfängerausgang

Eingangsrauschen minus Empfängerrauschen

Spiegelfrequenz

wenn Oszillatorfrequenz **über** Eingangsfrequenz liegt

$f_Z = f_{OSZ} - f_e$ dann $f_{SP} = f_{OSZ} + f_z$ oder $f_{SP} = f_e + 2 * f_z$

wenn Oszillatorfrequenz **unter** Eingangsfrequenz liegt

$f_Z = f_e - f_{OSZ}$ dann $f_{SP} = f_{OSZ} - f_z$ oder $f_{SP} = f_e - 2 * f_z$

Überlagerung (Oszillatorfreq., Spiegelfreq., Zwischenfreq., 3. Ordnung)
Oszillatorfrequenz
Spiegelfrequenz
Zwischenfrequenz
Frequenz 3. Ordnung

Wenn die Oszilatorfrequenz **<u>über</u>** der Eingangsfrequenz liegt ($f_{osc} > f_e$) gilt:

$$f_Z = \frac{f_{sp} - f_e}{2} \qquad f_{osc} = f_e + f_z$$

Wenn die Oszilatorfrequenz **<u>unter</u>** der Eingangsfrequenz liegt ($f_{osc} < f_e$) gilt:

$$f_Z = f_e - f_{osc} \qquad f_{sp} = f_e - 2 * f_z$$

Kondensatoren

Kondensator Elektr. Feldstärke
Elektrische Feldstärke
Feldstärke elektrische

$$E = \frac{U}{d}$$

$$d_2 = E_1 / E_2 * d_1$$

E = Elektrische Feldstärke, Volt/Meter (V/m)
U = Spannung zwischen den Platten, Volt (V)
l = Abstand der Platten, Meter (m)
d_1 = Distanz 1
d_2 = Distanz 2
E_1 = Elektrische Feldstärke 1
E_2 = Elektrische Feldstärke 2

Serieschaltung Kondensator
Kondensator Serieschaltung

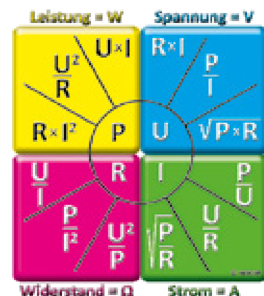
$$C_g = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots \quad = \frac{1}{C_g}$$

C_g = Gesamtkapazität, Farad (F)

Paralellschaltung Kondensator
Kondensator Paralellschaltung

$$C_g = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots$$

C_g = Gesamtkapazität, Farad (F)



Spannungsfestigkeit Kondensator
Kondensator Spannungsfestigkeit

$$U_S = U_{eff} * \sqrt{2}$$

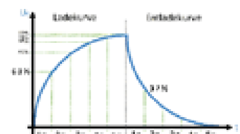
Kondensator Aufladungsspannung

$$U_C = U_B * \frac{R_3}{R_{1+3}}$$

oder $I = \frac{U}{R_{1+3}}$ $\quad U = R_3 * I$

U = Spannung Volt (V)
I = Strom (A)
R = Widerstand (Ω)

Kondensator Laden/Entladen, Zeitkonstante Tau
Laden/Entladen Kondensator, Zeitkonstante Tau
Zeitkonstante Tau, Kondensator Laden/Entladen
Tau Zeitkonstante , Kondensator Laden/Entladen



$\tau = R * C$ $\quad \tau$ = Zeitkonstante Tau, Sekunden (s)

Innerhalb jeder Zeitkonstante τ (tau) lädt oder entlädt sich ein Kondensator um 63% der angelegten bzw. geladenen Spannung.

Nach 5 Zeitkonstanten ist ein Kondensator fast aufgeladen bzw. fast entladen. Die Lade- bzw. Entladezeit beträgt 5 τ (tau) bzw. 5 Mal Widerstand mal Kapazität.

Kondensatoren

Kondensator Frequenz Frequenz Kondensator

$$Z = \frac{U}{I} \qquad f = \frac{1}{2\pi * Z * C}$$

U = Spannung Volt (V)
I = Strom (A)
C = Kapazität, Farad (F)
Z = Impedanz, (Ω)
ω = Kreisfrequenz (2π * Frequenz)
f = Frequenz, Hertz (Hz)

Drehkondensator Parallelkapazität
Parallelkapazität Drehkondensator
Plattenkondensator/Drehkondensator

$$C_P = \frac{f_u^2 * \Delta C}{f_o^2 - f_u^2} - C_a$$

C_P = Parallelkapazität
C_a = Anfangskapazität Kondensator
f_u = Frequenz unten
f_o = Frequenz oben
ΔC = Veränderbare Kapazität (Anfang bis Ende)

Drehkondensator, Zuschaltung für Reduktion

$$C_S = \frac{1}{\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}}$$

Kondensator, Kapazität, kapazitiver Blindwiderstand
Blindwiderstand beim Kondensator Kapazität

$$X_C = \frac{U}{I} \qquad X_C = \frac{1}{\omega * C} = \frac{1}{(2\pi * f) * C} \qquad C = \frac{1}{\omega * X_C} = \frac{1}{(2\pi * f) * X_C}$$

$$f = \frac{1}{2\pi * X_C * C} \qquad I = \frac{U}{X_C}$$

X_C = Kapazitiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
f = Frequenz, Hertz (Hz)
C = Kapazität, Farad (F)
ω = Kreisfrequenz Omega (2 * π * Frequenz)

Kondensator-Spannung / -Strom
Strom durch Kondensator Spannung im Kondensator

$$U_C = \frac{I_C}{\omega * C} = \frac{I_C}{(2\pi * f) * C} \qquad I = \frac{U}{Z} \qquad I = \frac{U}{X_C} \qquad Z = \frac{U}{I}$$

$$f = \frac{1}{2\pi * Z * C} \qquad f_{res} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C}} \qquad X_C = \frac{1}{\omega * C} = \frac{1}{(2\pi * f) * C}$$

Leistung

Senderleistung Empfängereingangssignal Signaleingang Empfänger

$$R_i = \frac{U_{in1}^{\ 2}}{P} \qquad R_i = \frac{U_{in2}^{\ 2}}{R}$$

Sendeleistung per Faktor reduzieren

$$S\text{-}Stufe_{diff} = S\text{-}Stufe - S\text{-}Stufe \rightarrow dB = S\text{-}Stufe_{diff} * dB/S\text{-}Stufe \rightarrow F = \frac{dB}{10}$$

Sendeleistung per dB reduzieren

$$dB = 20LOG\left(\frac{Feldstärke_1}{Feldstärke_2}\right)$$

dB = Verstärkung/Dämpfung, Dezibel (dB)
LOG = Logarhytmus (Taste auf Rechner)

Sendeleistung erhöhen um Faktor

$$S\text{-}Stufe_{diff} = S\text{-}Stufe - S\text{-}Stufe \ \ ^{dann} \ \ S\text{-}Stufe_{diff} * dB/S\text{-}Stufe \ \ ^{dann} \ \ F = 10^{x\left(\frac{dB}{10}\right)}$$

dB = Verstärkung/Dämpfung, Dezibel (dB)
F = Faktor

Spannung am Empfängereingang

$$Verstärkung_{Rest} = Verstärkung - Dämpfungen \ \ ^{dann} \ \ F = \frac{dB}{20} \ \ ^{dann} \ \ U = U_{in} * F$$

Leistung am Empfängereingang

$$P = \frac{U^2}{R}$$

P = Leistung, Watt (W)
U = Spannung, Volt (V)
R = Widerstand (Impedanz), Ohm (Ω)

Leistung Oberwelle nach Tiefpassfilter
Oberwelle nach Tiefpassfilter Tiefpassfilter Leistung Oberwelle

$$dB_g = dB_1 + dB_2 + \ldots \qquad F = 10^{\left(\frac{dB_g}{10}\right)} \qquad P_{out} = \frac{P_{in}}{F}$$

dB_g = alle Dämpfungen (dB)
F = Faktor
P_{in} = Sender-Ausgangsleistung, Watt (W)
P_{out} = Sender-Ausgangsleistung gedämpft, Watt (W)

Wirkungsgrad Endstufe Linearendstufe Wirkungsgrad
Endstufe Wirkungsgrad Wirkungsgrad Linearendstufe

$$P_{in} = U * I \qquad \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} * 100$$

Leistung

Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} * 100$$

$$P_{out} = \frac{\eta_t}{100} * P_{in}$$

η = Wirkungsgrad (Anteil der P_{out} an der P_{in}), Prozent (%)
P_{out} = Ausgangsleistung, Watt (W)
P_{in} = Eingangsleistung, Watt (W)

Ausgangsleistung Linearendstufe
Linearendstufe Ausgangsleistung Ansteuerung Linearendstufe

$$\text{Faktor} = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)}$$

$$P_{out} = F * P_{in}$$

F = Faktor
P_{in} = Sendeleistung Funkgerät, Watt (W)
P_{out} = Sender-Ausgangsleistung am Antennfusspunkt, Watt (W)
η = Wirkungsgrad (Anteil der P_{out} an der P_{in}), Prozent (%)
U = Spannung, Volt (V)

Verstärkerberechnung Ausgangsleistung

Ausgangsleistung Verstärkung Gesamtverstärkung
Gesamtverstärkung Ausgangsleistung Verstärkung

$$F = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)}$$

$$P_{out} = U_{in} * \text{Faktor}$$

P_{out} = Verstärkungen
F = Faktor

Verlustleistung

$$P_{in} = P_{out} + P_V$$

$$P_{out} = P_{in} * \eta$$

P_V = Verlustleistung, Watt (W)
P_{out} = Ausgangsleistung, Watt (W)
P_{in} = Eingangsleistung, Watt (W)
η = Wirkungsgrad (Anteil der P_{out} an der P_{in}), Prozent (%)

Hüllkurvenspitzenleistung (Peak envelope Power, PEP)
PEP Peak envelope Power, Hüllkurvenspitzenleistung
Senderausgangs-Spitzenleistung   Spitzenleistung Senderausgang

$$PEP = P_{T\,max} * (1+1)^2 \qquad P_{PEP} = \frac{U_{eff}^{\;2}}{R} \qquad U_{eff} = \frac{U_{peak}}{\sqrt{2}}$$

P_{PEP} = Hüllkurvenspitzenleistung (Peak envelope Power), Watt (W)
U_{eff} = Effektive Spannung Volt (V)
U_{peak} = Spitzenspannung Volt (V)
$P_{T\,max}$ = maximale Trägerleistung Watt (W)

Modulationen

Modulation AM Bandbreite
AM Bandbreite Bandbreite AM

$$b_{AM} = 2 * f_{max}$$

b_{AM} = Bandbreite FM, Hertz (Hz)
f_{max} = max. Frequenz des modulierten Audiosignals, Hertz (Hz)
Δf = Hub, Hertz (Hz)

Modulation FM Bandbreite
FM Bandbreite Bandbreite FM

$$b_{FM} = 2 * (\Delta f + f_{max})$$

b_{FM} = Bandbreite FM, Hertz (Hz)
f_{max} = max. Frequenz des modulierten Audiosignals, Hertz (Hz)
Δf = Hub, Hertz (Hz)

Modulation SSB Bandbreite
SSB Bandbreite Bandbreite SSB

$$b_{SSB} = f_{NF\,max} - f_{NF\,min}$$

b_{SSB} = Bandbreite FM, Hertz (Hz)
$f_{NF\,max}$ = max. Frequenz des modulierten Audiosignals, Hertz (Hz)
$f_{NF\,min}$ = max. Frequenz des modulierten Audiosignals, Hertz (Hz)

Modulation CW Bandbreite (Continuous Wave)
CW Bandbreite Bandbreite CW

$$b_{CW} = \frac{5 * WPM}{1.2}$$

b_{CW} = Bandbreite CW (Morsen), Hertz (Hz)
WPM = Wörter pro Sekunde, Standartwort "Paris"

Modulation RTTY Bandbreite (Funkfernschreiben)
RTTY Bandbreite Bandbreite RTTY

$$b_{RTTY} = 2 * \left(\frac{\Delta f}{2} + 1.6 * Baud \right)$$

b_{RTTY} = Bandbreite RTTY (Funkfernschreiben, Hertz (Hz)
BAUD = Symbole pro Sekunde, Baud (Bd)
Δf = Frequenzversatz (Shift) bei FSK oder AFSK, typisch Δf = 170 Hz

Modulationen

Modulationsindex

$$\eta = \frac{\Delta f}{f_{NF}}$$

Δf = Hub, Hertz (Hz)
f_{NF} = maximale Frequenz des modulierten Audiosignals, Hertz (Hz)
η = Modulationsindex

Schwingkreise - Filter - Güte

Schwingkreis Resonanzfrequenz (Thomsonsche Schwingkreisformel)
Resonanzfrequenz
Thomsonsche Schwingkreisformel

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C}} \qquad L = \frac{1}{(2\pi * f_{res})^2 * C} \qquad C = \frac{1}{(2\pi * f_{res})^2 * L}$$

$$f_{res} = \frac{f_{max} + f_{min}}{2} \qquad Q = \frac{f_{res}}{f_{max}} - f_{min}$$

Schwingkreis mit veränderbarer Resonanfrequenz (Frequenz-Variation)
Resonanfrequenz veränderbar (Frequenz-Variation)

$$f_{max} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C_{min}}} \qquad f_{min} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C_{max}}} \qquad V_C = \frac{f_{max}}{f_{min}}$$

V_c = Kapazitätsverhältnis L = Induktivität, Henry (H) C = Kapazität, Farad (F)

Schwingkreis Kondensator-Spannung / Strom
Kondensator-Spannung / Strom Schwingkreis
Strom durch Kondensator Kondensator Strom

$$U_C = \frac{I_C}{\omega * C} = \frac{I_C}{(2\pi * f) * C} \qquad I = \frac{U}{Z} \qquad I = \frac{U}{X_C} \qquad Z = \frac{U}{I}$$

$$f = \frac{1}{2\pi * Z * C} \qquad f_{res} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C}} \qquad X_C = \frac{1}{\omega * C} = \frac{1}{(2\pi * f) * C}$$

Schwingkreis Spule-Spannung/Strom
Spule-Spannung/Strom Schwingkreis

$$I = \quad Z = \sqrt{R^2} + ((2\pi * L) - (\frac{1}{2\pi * f * C}))^2$$

$$U = \quad f_{res} = \frac{1}{(2\pi * f * L * \sqrt{(L * C)})}$$

$$I = \frac{U}{Z} \qquad U = \frac{I}{2\pi * f_{res} * C}$$

f_{res} = Ressonanzfrequenz, Hertz (Hz)
L = Induktivität, Henry (H)
C = Kapazität, Farad (F)
b = Bandbreite, Hertz (Hz)
Q = Güte

Schwingkreise - Filter - Güte

Resonanzwiderstand Schwingkreis
Schwingkreis Resonanzwiderstand

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C}}$$

Impedanz Resonanz
Resonanzimpedanz

$$R_{res} = \frac{2\pi * f_{res} * L}{Q}$$

f_{res} = Ressonanzfrequenz, Hertz (Hz)
L = Induktivität, Henry (H)
Q = Güte

Resonanzfrequenz bei C + R + L Schwingkreis
Schwingkreis C + R + L
C + R + L Schwingkreis

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C}}$$

Impedanz Schwingkreis bei Resonanz
Schwingkreisimpedanz bei Resonanz

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C}} \qquad R = \frac{X_L}{Q}$$

U = Spannung, Volt (V)
R = Widerstand, Ohm (Ω)
f = Frequenz
L = Induktivität, Henry (H)
C = Kapazität, Farad (F)
Q = Güte

Frequenz Impedanz Minimum
Impedanz Minimum Frequenz

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C}}$$

Kapazität, Induktivität und Widerstand
Induktivität, Kapazität und Widerstand
Widerstand, Induktivität und Kapazität
C + R + L-Schaltung

$$X_C = \frac{1}{\omega * C} = \frac{1}{(2\pi * f) * C}$$

$$X_L = \omega * L = (2\pi * f) * L$$

Z = Impedanz, Ohm (Ω)
X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
X_C = Kapazitiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
I = Strom (A)

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

wenn $X_L > X_C$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

wenn $X_C > X_L$

$$I = \frac{U}{Z}$$

Schwingkreise - Filter - Güte

R + C Glied Grenzfrequenz Hochpass & Tiefpass
Grenzfrequenz C + R Glied
Hochpass & Tiefpass
Tiefpass & Hochpass

$$f_g = \frac{1}{2\pi * R * C}$$

R = Widerstand, Ohm (Ω)
C = Kapazität, Farad (F)
f_g = Grenzfrequenz (-3dB Punkt, Hertz (Hz)

$$C = \frac{1}{2\pi * R * f_g}$$

R + C Serieschaltung C + R Serieschaltung
Impedanz Scheinwiderstand Serieschaltung R + C
Scheinwiderstand, R + C Serieschaltung
Serieschaltung R + C

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Z = Impedanz, Ohm (Ω)
R = Widerstand, Ohm (Ω)
X_C = Kapazitiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)

C + R + L Schaltung Spannung über dem Kondensator
Spannung über dem Kondensator bei C + R + L Schaltung
Kondensator Spannung bei C + R + L Schaltung

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C}}$$

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$U_C = \frac{I}{\omega * C} = \frac{I}{(2\pi * f) * C}$$

L = Induktivität, Henry (H)
ω = Kreisfrequenz (2π * Frequenz)

C + R + L Schaltung Grösse des Kondensator
Grösse des Kondensator bei C + R + L Schaltung
Kondensator Grösse bei C + R + L Schaltung

$$C = \frac{1}{(2\pi * f_{res})^2 * L}$$

C = Kapazität, Farad (F)
L = Induktivität, Henry (H)
f_{res} = Ressonanzfrequenz, Hertz (Hz)

C + R + L Schaltung Dimensionierung der Spule
Dimensionierung der Spule bei C + R + L Schaltung
Spulen Dimensionierung bei C + R + L Schaltung

$$L = \frac{1}{(2\pi * f_{res})^2 * C}$$

Schwingkreise - Filter - Güte

Güte Q beim Schwingkreis
Schwingkreis Güte Q

$$Q = \frac{1}{R_V * \sqrt{L * C}}$$

$$b = f_1 - f_2 \qquad Q = \frac{f_{res}}{b}$$

Güte Q Serieschwingkreis
Schwingkreis Serie Güte
Serieschwingkreis Güte

$$Q = \frac{1}{R_V} * \sqrt{\frac{L}{C}} \qquad f_{res} = \frac{2}{f_{max} + f_{min}} \qquad Q = \frac{f_{res}}{f_{max} - f_{min}}$$

$$R_V = \frac{1}{Q} * \sqrt{\frac{L}{C}} \qquad Q = \frac{f_{res}}{b}$$

Q = Güte
f_{res} = Ressonanzfrequenz, Hertz (Hz)
L = Induktivität, Henry (H)
C = Kapazität, Farad (F)
R_V = Verlustwiderstand (der Spule bzw. des Schwingkreises), Ohm (Ω)

$$b = f_{max} - f_{min}$$

Güte Q der Spule

$$X_L = \omega * L = (2\pi * f) * L \qquad f = \frac{X_L}{2\pi * L}$$

$$Q = \frac{X_L}{R_V} \qquad X_L = Q * R_V$$

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
Q = Spulengüte
R_V = Widerstand durch Spulenverluste, Ohm (Ω)

Frequenzvariation Paralellschwingkreis

$$f_1 = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C_1}} \longrightarrow f_2 = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C_2}} \longrightarrow X = \frac{f_1}{f_2}$$

Spulen

Induktivität (Spule)
Spule Selbstinduktionsspannung
Induktionsspannung

$U = L * \Delta I$ $\quad L = \frac{U}{\Delta I}$ $\quad L = \frac{U * \Delta t}{\Delta I}$ $\quad U = \frac{\Delta I * L}{\Delta t}$

L = Induktivität, Henry (H)
U = Induzierte Spannung (Gegenspannung), minus Volt (-V)
ΔI = Stromänderung, Ampère (A)
Δt = Zeitspanne der Stromänderung, Sekunde (s)

Gesamtinduktivität Spulen ohne gegenseitige Beinflussung

$X_L = L_1 + L_2 + \dots$

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
L = Induktivität, Henry (H)

Induktiver Blindwiderstand (Spule)
Spule Induktiver Blindwiderstand Blindwiderstand bei der Spule

$X_L = \omega * L = (2\pi * f) * L$

$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{(2\pi * f)}$

$f = \frac{X_L}{2\pi * L}$

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
f = Frequenz, Hertz (Hz)
L = Induktivität, Henry (H)
ω = Kreisfrequenz Omega (2 π * Frequenz)

Serieschaltung Spulen
Spulen Serieschaltung

$L_g = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$

L_g = Gesamtinduktivität, Henry (H)

Paralellschaltung Spulen
Spulen Paralellschaltung

$L_g = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots = \frac{1}{L_g}$

L_g = Gesamtinduktivität, Henry (H)

Spulen

Spule-Spannung/Strom Schwingkreis

$$I = \quad Z = \sqrt{R^2 + \left((2\pi * L) - \left(\frac{1}{2\pi * f * C}\right)\right)^2}$$

$$U = \quad f_{res} = \frac{1}{(2\pi * f * L * \sqrt{(L * C)})}$$

$$I = \frac{U}{Z} \qquad U = \frac{I}{2\pi * f_{res} * C}$$

f_{res} = Ressonanzfrequenz, Hertz (Hz)
L = Induktivität, Henry (H)
C = Kapazität, Farad (F)
b = Bandbreite, Hertz (Hz)
Q = Güte

Spulen Güte Spulen Frequenz Frequenz Spulen

$$X_L = \omega * L = (2\pi * f) * L \qquad f = \frac{X_L}{2\pi * L}$$

$$Q = \frac{X_L}{R_V} \qquad X_L = Q * R_V$$

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
Q = Spulengüte
R_V = Widerstand durch Spulenverluste, Ohm (Ω)

Transformatoren und Windungen

Windungen und Transformatorer
Transformator und Windungen

$$ü = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

$$Z_1 = \frac{N_1^2 * Z_2}{N_2^2} \qquad Z_1 = \frac{Z_2}{ü^2} \qquad Z_2 = \frac{Z_1}{ü^2}$$

$$N_1 = \frac{N_2 * U_1}{U_2} \qquad N_1 = N_2 * \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

$$N_2 = \frac{N_1 * U_2}{U_1} \qquad N_2 = N_1 * \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}}$$

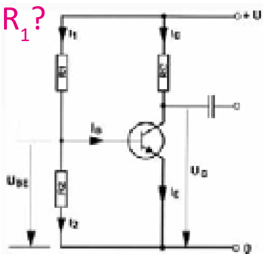
$$I_1 = \frac{U_2 * I_2}{U_1} \qquad I_2 = \frac{U_1 * I_1}{U_2}$$

$$U_1 = \frac{N_1 * U_2}{N_2} \qquad U_2 = \frac{N_2 * U_1}{N_1}$$

ü = Übersetzungsverhältnis
N_1 = Windungszahl primär
N_2 = Windungszahl sekundär
U_1 = Primärspannung, Volt (V)
U_2 = Sekundärspannung, Volt (V)
I_1 = Primärstrom, Ampère (A)
I_2 = Sekundärstrom, Ampère (A)
Z_1 = Impedanz, primär, Ohm (Ω)
Z_2 = Impedanz, sekundär, Ohm (Ω)

Transistoren

R_1?



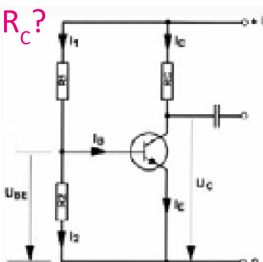
$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1}$$

$$I_{R1} = 11 * I_\beta$$

$$U_{R1} = U - U_{BE}$$

$$R_1 = \frac{U_{R1}}{I_{R1}}$$

R_C?



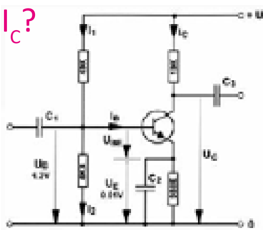
$$I_B = \frac{I_2}{9}$$

$$I_C = \beta * I_\beta$$

$$U_{Rc} = U - U_C$$

$$R_C = \frac{U_{Rc}}{I_C}$$

I_C?

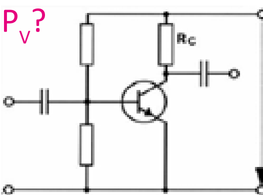


$$I_E = \frac{U_E}{R_E}$$

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1}$$

$$I_C = \beta * I_B$$

P_V?



$$U_{Rc} = R_C * I_C$$

$$U_{Transistor} = U - U_{Rc}$$

$$P_V = U_{Transistor} * I_C$$

Transistoren

β = Verstärkungsfaktor

β_g = Gleichstromverstärkung gesamt

β_1 = Gleichstromverstärkung 1

β_2 = Gleichstromverstärkung 2

I_B = Basis-Strom, Ampère (A)

I_C = Kollektor-Strom, Ampère (A)

I_E = Emiter-Strom, Ampère (A)

I_β = Verstärkungsstrom, Ampère (A)

P = Leistung, Watt (W)

R = Widerstand, Ohm (Ω)

U = Spannung, Volt (V)

Transistor Gleichstromverstärkung
Gleichstromverstärkung Transistor

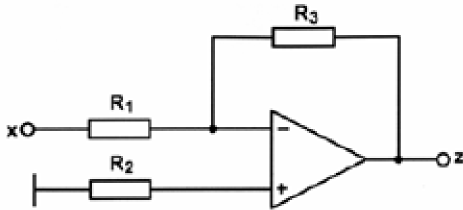
$$\beta_g = \beta_1 * \beta_2$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

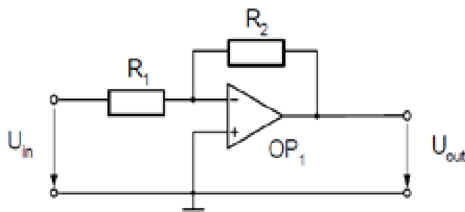
Verstärker

Operationsverstärker
Invertierender Verstärker
Verstärker invertierend

V = Verstärkung Volt (V)
V_{U1} = Verstärkung von U_1 Volt (V)
V_{U2} = Verstärkung von U_2 Volt (V)
U_{in1} = Verstärkereingang - Volt (V)
U_{in2} = Verstärkereingang + Volt (V)
U_{out} = Verstärkerausgang Volt (V)

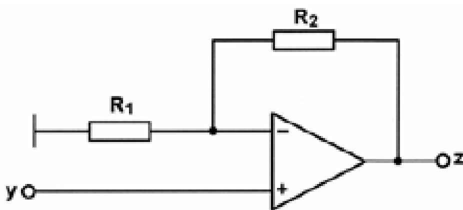


$$U_{out} = \frac{R_3}{R_1} * - U_{in}$$



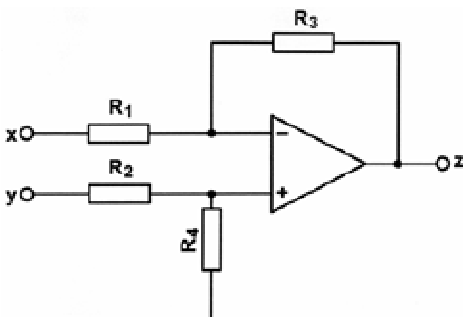
$$U_{out} = \frac{R_2}{R_1} * - U_{in}$$

Nicht-invertierender Verstärker
Verstärker nicht-invertierend



$$U_{out} = \frac{R_2}{R_1} + 1$$

Differenzverstärker
Verstärker differenziert



$$V_{U1} = \frac{R_3}{R_1}$$

$$V_{U2} = \frac{\left(\frac{R_3}{R_1} + 1\right)}{\left(\frac{R_2}{R_4} + 1\right)}$$

$$U_{out} = U_{in2} * V_{U2} - U_{in1} * V_{U1}$$

Verstärker

Verstärkerberechnung Ausgangsspannung Gesamtverstärkung Ausgangsspannung Verstärker Gesamtverstärkung Gesamtverstärkung Ausgangsspannung Verstärker

$$dB_{total} = V_1 + V_2$$

$$F = 10^{\left(\frac{dB_{total}}{20}\right)}$$

$$U_{out} = U_{in} * Faktor$$

dB_{total} = Verstärkungen
F = Faktor
U = Ausgangsverstärkungsspannung

Digital

Gatter

AND-Gatter

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	[illegible]

NAND-Gatter

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

OR-Gatter

A	B	X
0	0	0
0	1	[illegible]
1	0	[illegible]
1	1	[illegible]

NOR-Gatter

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NOT-Gatter

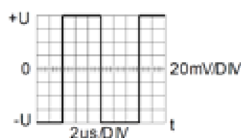
A	X
0	1
[illegible]	0

Wechselstrom

Wechselspannung/Wechselstrom Freq./Periodendauer/Wellenlänge
Frequenz/Periodendauer/Wellenlänge Wechselspannung/Wechselstrom
Periodendauer/Frequenz Wechselspannung/Wechselstrom
Wellenlänge/Frequenz/Periodendauer Wechselspannung/Wechselstrom

$$\lambda = \frac{c}{f} \qquad f = \frac{c}{\lambda}$$

λ = Wellenlänge, Meter (m)
1 = 1 Wellenlänge
t = Zeit einer Wellenlänge
f = Frequenz, Hertz (Hz)
c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, Meter/Sekunde (m/s)
Im Vakuum ist v = Lichtgeschwindigkeit = $3 * 10^8$ m/s



U_{eff} = Anzahl Kästli * Wert
t = Anzahl Kästli * Wert

$$f = \frac{1}{t}$$

Effektivspannung / Spitzenspannung / Scheitelwert
Spitzenspannung / Effektivspannung / Scheitelwert
Scheitelwert / Spitzenspannung / Effektivspannung

$$U_{eff} = \frac{U_s}{\sqrt{2}} \qquad U_s = U_{eff} * \sqrt{2} \qquad U_{eff} = \sqrt{P*R}$$

U_{eff} = Effektivspannung, Volt (V)
U_s = Spitzen-/Scheitelwertspannung, Volt (V)

Brückengleichrichter Spannung
Spannung Brückengleichrichter

$$U_s = U_{eff} * \sqrt{2}$$

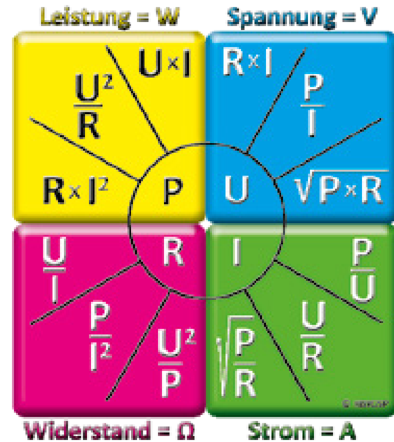
U_{eff} = Effektivspannung, Volt (V)
U_s = Spitzen-/Scheitelwertspannung, Volt (V)

Widerstände

Serieschaltung Widerstände
Widerstände Serieschaltung

$R_g = R_1 + R_2 + R_3 + ...$

R_g = Gesamtwiderstand, Ohm (Ω)



Paralellschaltung Widerstände
Widerstände Paralellschaltung

$$R_g = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ... = \frac{1}{R_g}$$

R_g = Gesamtwiderstand, Ohm (Ω)

Spannung an einem Widerstand
Widerstandspannung

$$U = \sqrt{P * R}$$

R = Widerstand (Impedanz), Ohm (Ω)
U = Spannung, Volt (V)
P = Leistung, Watt (W)

Strom in einem Parallel Widerstand
Widerstand Strom in einem Paralell Widerstand

$$I_{R?} = \frac{U}{R_?} \qquad R_g = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_g} \qquad U = R_g * I$$

$I_{R?}$ = Strom in gesuchtem Widerstand, Ampère (A)
R_g = Gesamtwiderstand, Ohm (Ω)
U = Spannung, Volt (V)

Vorwiderstand bei Lampe
Lampen Vorwiderstand Widerstand Vorwiderstand Lampen

$$U_{RV} = U - U_L \qquad I = \frac{P_L}{U_L} \qquad R_V = \frac{U_{RV}}{I}$$

U_{RV} = Spannung Vorwiderstand, Volt (V)
P_L = Leistung Lampe, Watt (W)
U_L = Spannung Lampe Volt (V)
R_V = Vorwiderstand, Ohm (Ω)

Wert R_L $U_{RV} = U_{in} - U_{RL}$ $\qquad I = \frac{U_{RV}}{R_V} \qquad R = \frac{U_{out}}{I}$

Widerstände

Messbereichserweiterung Spannungsmessung (Vorwiderstand)
Vorwiderstand

$$R_V = \frac{U_V}{I_M}$$

R_V = Vorwiderstand, Ohm (Ω)
U_V = Spannungsabfall am Vorwiderstand, Volt (V)
I_M = Strom (durch das Messwerk bei Vollausschlag), Ampére (A)

$$U_V = R_V * I_M$$

Messbereichserweiterung Strommessung (Parallelwiderstand „Shunt“)
Shunt Parallelwiderstand Messbereichserweiterung

$$U = R_{Instr} * I_{Instr} \qquad I_P = I_{Messbereich} - I_{Instrument} \qquad R_P = \frac{U}{I_P}$$

$$U = R_P * I_P$$

R_{Instr} = Instrumentwiderstand, Ohm (Ω)
R_P = Parallelwiderstand bzw. Shunt, Ohm (Ω)
I_P = Strom durch den Parallelwiderstand bzw. Shunt, Ampére (A)
I_{Instr} = Instrumentenstrom, Ampére (A)

Widerstand von Drähten (Spezifischer Widerstand)
Spezifischer Widerstand

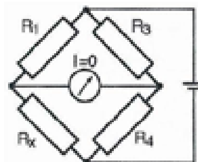
$$R = \frac{\rho * l}{A}$$

ρ = Spezifischer Widerstand des Materials, Ohm * mm² / m
l = Länge, Meter (m)
A = Querschnittsfläche, Quadratmillimeter (mm²) $\frac{\Omega * mm^2}{m}$

$$U_{Kabel} = I * R \qquad U_{out} = U_{in} - U_{Kabel}$$

Widerstandmessung mittels Brückenschaltung (Wheatstonsche Messbrücke)
Brückenschaltung (Wheatstonsche Messbrücke)
Wheatstonsche Messbrücke Widerstandmessung mittels Brückenschaltung

$$R = \frac{R_4 * R_1}{R_3}$$



Widerstände

Viertelwellen-Impedanztransformation
Impedanztransformation Viertelwellen

$$Z = \sqrt{Z_E * Z_A}$$

Z = Wellenwiderstand (Impedanz) der λ/4 HF-Leitung, Ohm (Ω)
Z_E = Eingang-Impedanz, Ohm (Ω)
Z_A = Ausgangs-Impedanz, Ohm (Ω)

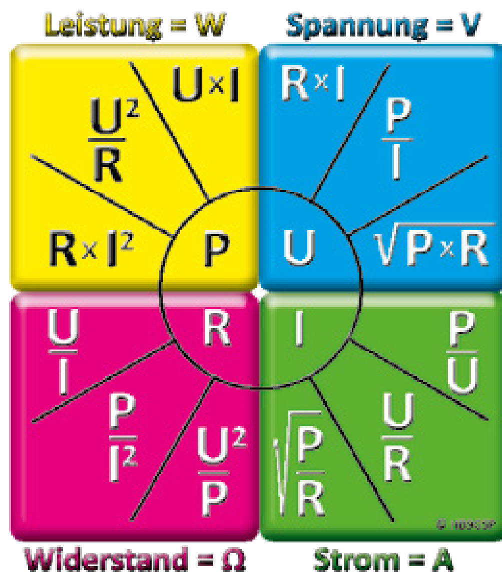
Effektive Strahlungsleistung, ERP (Effective radiated power)
ERP, effektive Strahlungsleistung

$$Faktor = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)}$$

$$ERP = F * P_{in}$$

$$P_{out} = \frac{PERP}{F}$$

F = Faktor
P_{ERP} = Effektive Strahlungsleistung (ERP), Watt (W)
P_{out} = Sender-Ausgangsleistung, Watt (W)

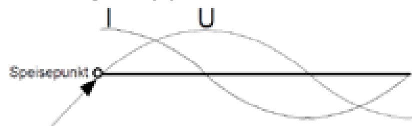


Wichtiges Wissen

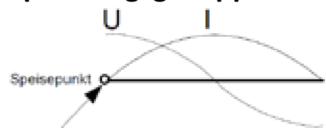
ggf. können nachstehnde Seiten an einer BAKOM-Prüfung als Nachschlagewerk gewertet werden. Daher empfiehlt es sich, diese vorgängig aus der Formelsammlung zu entfernen.

Antennen

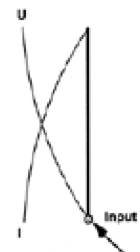
Stromgekoppelt = niederohmig



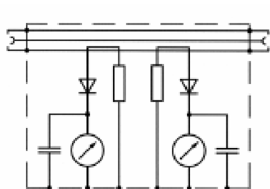
Spannungsgekoppelt = hochohmig



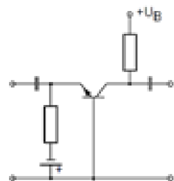
I/U-Verteilung vertikale λ/4 Antenne



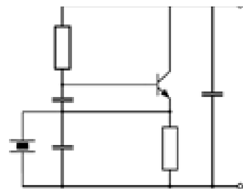
Messeinrichtung für Stehwellen



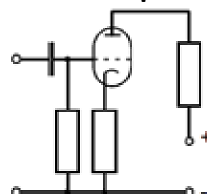
Basisschaltung



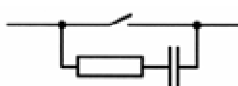
Kein Oberton-Oszillator



Negative Gittervorspannung

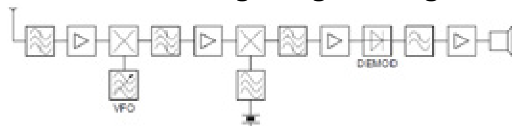


Funkenlöscher

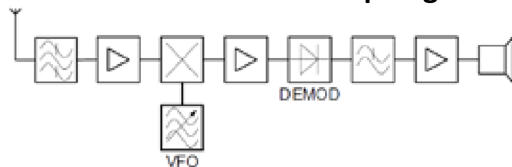


Schaltbilder

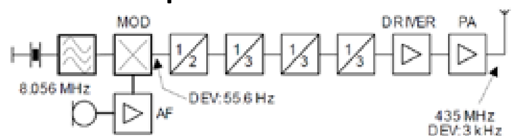
2-fach Überlagerungsemfänger



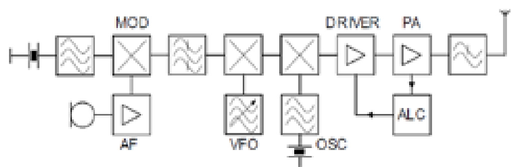
Blockschaltbild AM-Empfänger



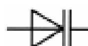
Frequenzvervielfacher



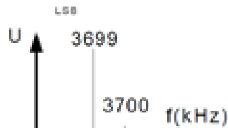
Blockschaltbild SSB-Sender



Bauteil für einen FM-Modulatoren, Oszillatoren

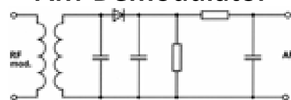


SSB-Sender auf 700kHz mit Sinus-Ton von 1kHz

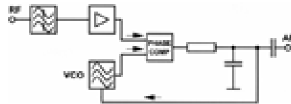


Demodulatoren

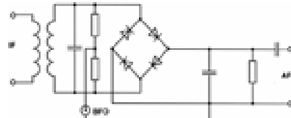
AM-Demodulator



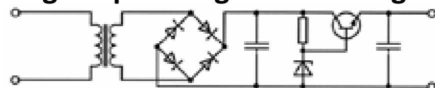
FM-Demodulator



SSB-Demodulator

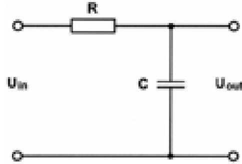


Gegen Spannungsschwankungen

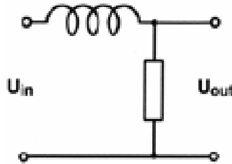


Passfilter

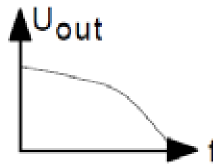
Tiefpass



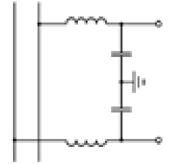
Tiefpass



Tiefpass

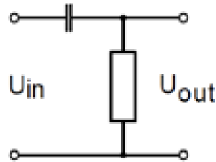


Tiefpass

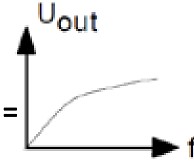


Tiefpass, wenn Störungen in einem bestimmten TV-Kanal (Direktempfang). Zwischen Sender und Antenne einsetzen, um empfindliche Verbraucher fernzuhalten.

Hochpass

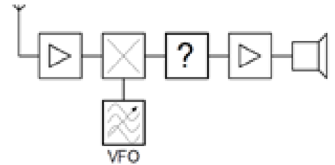


Hochpass

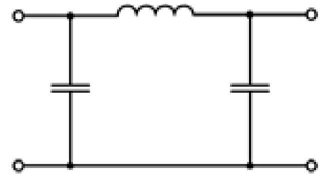


Hochpass, wenn Antennenverstärker eines TV durch Signale einer Amateurstation übersteuert wird.

Bandpass-Filter

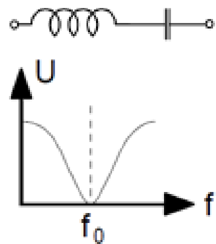


Pi-Filter

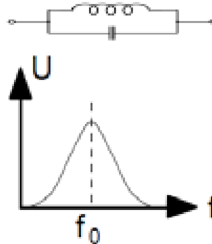


Schwinkreise

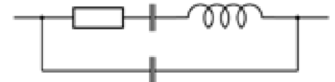
Serieschwinkreis



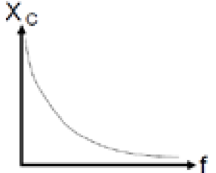
Paralellschwinkreis



Schwingquarz



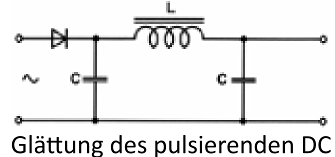
Kapazität



Ideale Spule



Funktion C-L-C-Glied

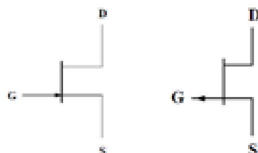


Glättung des pulsierenden DC

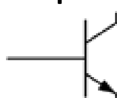
Transistoren

Feldeffekttransistor

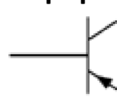
N-Kanal **P-Kanal**



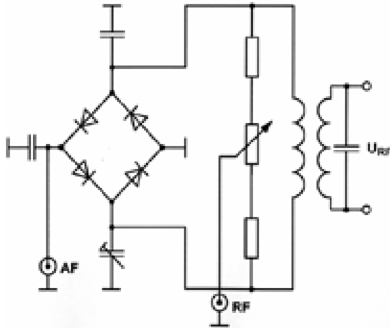
Transistor npn



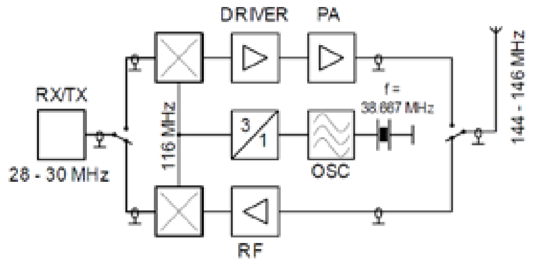
Transistor pnp



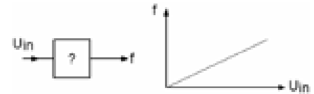
Was ist das ?
Ein Ringmodulator



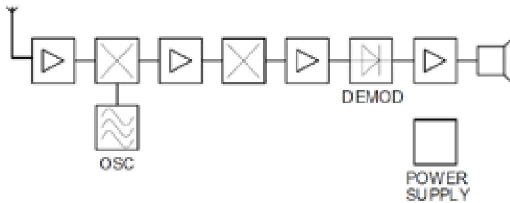
Was ist das ?
Ein Transverter



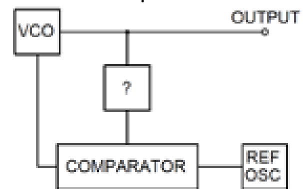
Was ist das? (VCO)
Spannungsgesteuerter Oszillator



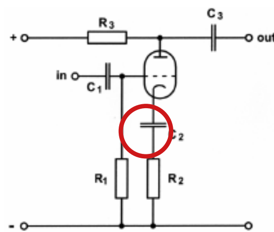
Welches Teil fehlt beim Doppelsuperhet?
2. Oszillator



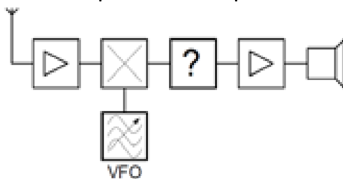
Was ist in der Blackbox?
Ein Frequenzteiler



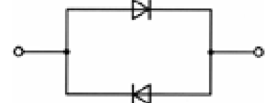
Welches Bauteil verhindert das richtige Funktionieren dieses Röhrenverstärkers?
Kondensator im roten Kreis



Welches Teil fehlt?
NF Tiefpass o. Babdpassfilter

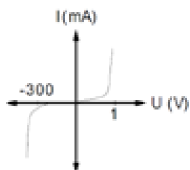


Zwei antiparallel geschaltete Dioden
Knackschutz

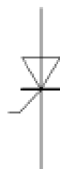


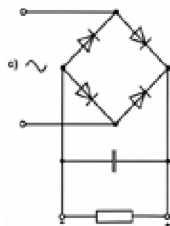
Graetz-Schaltung

Siliziumdiode

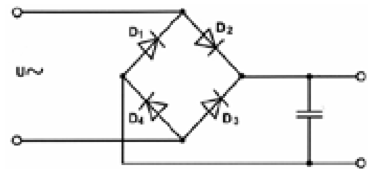


Thyristor





Brückenschaltfehler = D4



Wissenswerte Begriffe

2m-Bereich = Überreichweiten dank Inversion

ALC = Automatische Leistungsregelung ALC passt Sender an Antenne an.

Aliasing = Hohe Frequenzen beim Digitalisieren von analogen Signalen. Abhilfe, ein Tiefpassfilter.

Auroraeffekt = Reflektion von ultrakurzen Wellen an den Ionisationsfeldern.

Baluntransormator = ein Symmetrierglied oder Symmetrierglied mit Impedanztransformation

Bandbreite AM = Aussendung (A3E) mit Modulationsfrequenzen von 0.3 - 3kHz = 6kHz ($b = 2 \cdot NF_{max}$)

Bandbreite FM = abhängig von der Modulationsfrequenz und vom Frequenzhub ($b = 2 \cdot NF + 2 \cdot Frequenzhub$)

Bandbreite SSB mit Sprache im NF-Bereich von 0.3 - 3kHz = 2.7kHz ($b = NF_{max} – NF_{min}$)

Begrenzer in einem Empfänger = Unterdrückt den AM-Anteil des HF-Signals vor dem Demodulator bei FM (F3E)-Empfang.

Bodenwellenausbreitung = Ausbreitung entlang der Erdoberfläche. Die mögliche Übertragungsdistanz wird mit zunehmender Frequenz kleiner.

Clarifier = Das RIT (Receiver Incremental Tuning) erlaubt die Empfangsfrequenz unabhängig von der Sendefrequenz um einen geringen Betrag (RX ca. +/-10kHz) zu verschieben, ohne die Sendefrequenz zu verändern.

Doppelsuperhet = Überlagerungsempfänger, hat einen 2. Oszillator

Fading bzw. Schwund = In Bereichen wo Bodenwellen und Raumwellen oder mehrere Raumwellen mit unterschiedlicher Laufzeit (unterschiedliche Phasenlage) empfangen werden können, kann es durch Überlagerung und einer Anhebung oder Auslöschung des Empfangssignals kommen.

Geradeausempfänger = Die Demodulation erfolgt unmittelbar auf der Empfangsfrequenz.

Halbleitermaterial = Selen, Germanium und Silizium.

HF-Vorstufe eines Empfängers = Verbessert die Empfindlichkeit, dämpft die Spiegelfrequenz, vermeidet die Abstrahlung des Oszillatorsignals.

IF Shift = Die IF Shift gestattet die Mittenfrequenz des ZF-Empfangsfrequenzbandes so zu verschieben, dass ein Störträger der am Rand des Überlagerungsbandes liegt durch die steile Flanke des ZF-Filters gedämpft wird, ohne dass die Frequenzlage bei CW- oder SSB Betrieb verfälscht wird.

Inversion = Im 2m-Bereich sind Überreichweiten (in Telefonie) aus meteorologischen Gründen möglich.

Kerbfilter/Notchfilter = Mit dem Notchfilter kann ein einzelnes Störsignal, welches innerhalb des Übertragungsbandes liegt, gedämpft werden (Ausblenden eines frequenznahen Störers).

Kondensator Ladung/Entladung 1 Tau = 63%/37%, komplett 5 Tau.

Kreuzmodulation = Übernahme der Modulation eines Störsenders durch das Nutzsignal.

LUF = LUF (loveres usable frequency) ist die niedrigste Frequenz, die für einen bestimmten Übertragungsweg benutzt werden kann. Sie wird durch den Zustand der D-Schicht bestimmt. Sie kann durch erhöhen der Sendeleistung gesenkt werden.

MUF = MUF (maximum usable frequency) ist die höchste Frequenz, die für einen bestimmten Übertragungsweg benutzt werden kann. Sie wird durch den Zustand der Ionosphäre bestimmt. Nicht Leistungsabhängig. Sie wird durch die Schichten E, F1 und F2 bestimmt.

Mögel-Dellinger-Effekt = Zeitlich begrenzter Totalausfall der Kurzwellenverbindungen durch aussergewöhnliche Ionisation der D-Schicht.

Nachbarkanalselektivität = Die Dämpfung eines Signals im Nachbarkanal zum Nutzkanal.

Noise Blanker = unterdrückt Störimpulse.

Oberwelle = ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz

Öffnungswinkel bei Antennen =Gibt den Winkelabstand der beiden Punkte an, bei denen der Gewinn gegenüber dem maximalen Wert um 3dB abgefallen ist.

Piezoeffekt = Druckänderungen auf einem Quarzkristall erzeugen elektrische Ladungen.

PLL = geregelter Oszillator

Pufferstufe = Entkopplung von Oszillator- oder Mischstufen von vorangehenden oder folgenden Baugruppen.

Raumwellenausbreitung = Ausbreitung der Funkwellen durch Reflexion an der Ionosphäre und an der Erdoberfläche. Dadurch können sehr grosse Entfernungen überbrückt werden (Kurzwellenfunk).

Rauschzahl = Das Verhältnis zwischen Signal/Rauschabstand am Empfänger zum Signal/Rauschabstand am Eingang des Demodulators.

Rechtecksignal = eine Sinus-Grundwelle und theoretisch unendlich viele Oberwellen.

Ressonanz = Die Blindwiderstände der Spule und des Kondensators sind gleich (XL = XC).

Scatter = Verbindungen durch Vakum.

Short Skip = Reflexion an sporadischen E-Schichten.

Skin Effekt = Bestreben eines HF-Stromes, an der Oberfläche eines Leiters zu fliessen.

Spannungsabfall = Potentialdifferenz an den Klemmen eines Widerstandes gemessen.

Spannungsbauch bei halbwellen Dipol = maximum an den Enden Spannungsgekoppelt gespiesene Antenne = Hochohmig

Splatter = sind unerwünschte Ausstrahlungen von Nebenwellen. Sie entstehen durch Übersteuerung von Senderendstufen. Den Mike-Gain verringern, die ALC (Automatische Level Control) prüfen/einstellen.

Squelch = Rauschunterdrückung. NF-Verstärker wird gesperrt, wenn kein HF-Signal anliegt.

Stromgekoppelt gespiesene Antenne = Niederohmig.

Überlagerungsempfänger = Die Frequenz wird zwischen Empfängereingang und Demodulation ein- oder mehrmals umgesetzt.

Überlagerungsoszillator BFO = Er liefert bei den Betriebsarten CW und SSB die zur Demodulation fehlende Trägerfrequenz.

Überreichweiten im 2m Band = Inversion aus meteorologischen Gründen.

Yagi-Antennen zusammengeschaltet = jede Verdoppelung ergibt 3dB Gewinn.

Vor-/Rückverhältnis = Angabe über das Verhältnis der abgestrahlten Leistung in der Hauptstrahlrichtung zur abgestrahlten Leistung in Rückwärtsrichtung (der Hauptstrahlrichtung um 180° entgegengesetzt)

Störungen und deren Behebungen

Wieso kommt SSB-Aussendung aus den Lautsprechern einer Stereoanlage? Die HF-Energie gelangt über die Zuleitungen direkt in den NF-Teil des Gerätes und wird dort gleichgerichtet.

Ein Empfänger arbeitet auf der Frequenz 436.575MHz. Seine erste Zwischenfrequenz liegt bei 10.7MHz. Er wird durch einen Sender der auf 145.525MHz läuft, gestört.

Es handelt sich bestimmt um eine Störung durch Oberwellen (3. Harmonische)

Ursache für eine, durch eine Amateurfunkanlage verursachte, TV-Empfangsstörung? Übersteuerung des Empfängereingangs oder des Antennenverstärkers.

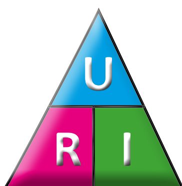
Durch eine Amateurfunkanlage verursachte Störung in einer Empfangsanlage. Zu kleine Empfindlichkeit der Empfangsanlage.

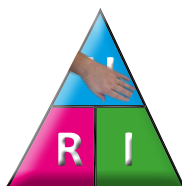
Der Antennenverstärker einer Fernsehempfangsanlage wird durch die Signale einer benachbarten KW-Amateursendeanlage übersteuert. Einschlaufen eines Hochpassfilters vor den Antennenverstärker.

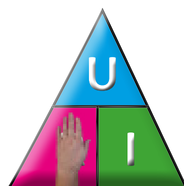
Eine Rundfunkempfangsanlage wird durch einen Amateursender gestört. Dämpfungsglied in die Antennenzuleitung einbauen.

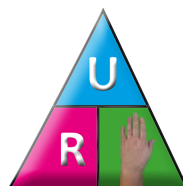
Massnahme auf Senderseite bei störender Beeinträchtigung des Rundfunkempfanges. Verminderung der effektiven Strahlungsleistung (ERP)

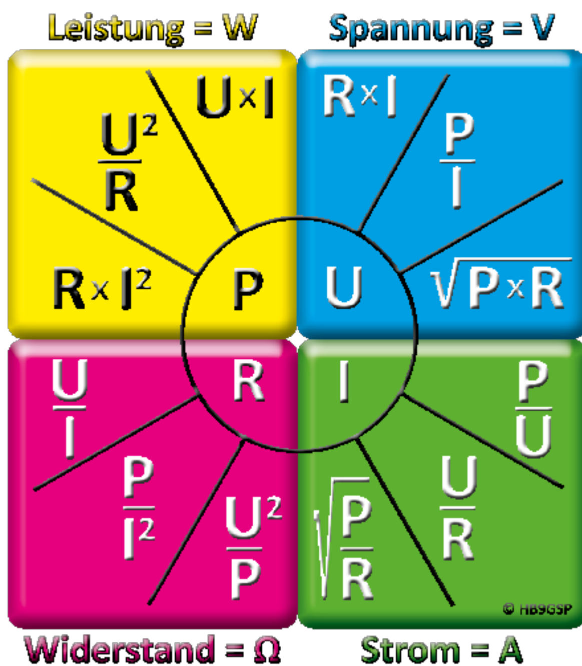
Ein am 230-Volt-Netz betriebener tragbarer Kassettenrecorder wird beim Abspielen von Kassetten durch die SSB-Aussendungen eines benachbarten Amateurs gestört. Bei Batteriebetrieb des Recorders verschwinden die Störungen. Einbau eines Netzfilters beim Kassettenrecorder.

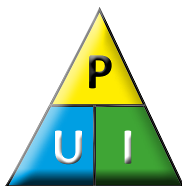




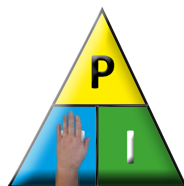


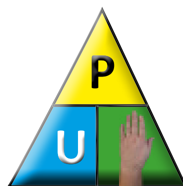












Formelsammlung HB9GSP